



بِهِ نَامِ خُدَا



## Thermocouple for flame supervision devices

# آشنایی با (ترموکوپل برای سیستم های نظارت بر شعله)

با همکاری:

افشین زمانی: رئیس اجرای استاندارد استان تهران  
نیما دانشمند: کارشناس اجرای استاندارد استان تهران  
مدرس:

سعید نیکوخوی: کارشناس رسمی سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

با توجه به تایید مفاد طراحی شده دوره آموزشی توسط اداره کل استاندارد استان تهران

# فهرست مطالب :

## شماره اسلاید

۴

۸

۱۳

۱۴

۱۹

۳۰

۳۴

۴۳

۵۱

۵۲

۵۲

۵۳

## فهرست تجهیزات

مقدمه

هدف و دامنه کاربرد

ترموکوپل و عملکرد آن

اصطلاحات و تعاریف

الزامات ساخت

الزامات عملکرد

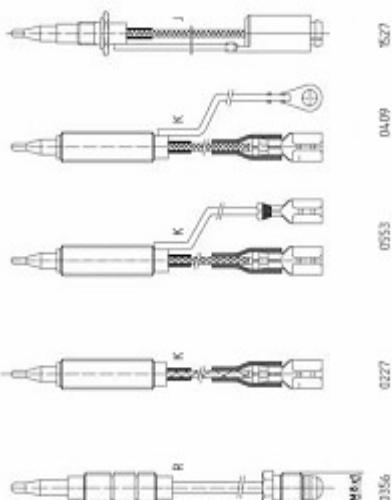
روش های آزمون

نشانه گذاری

دستورالعمل های نصب

بسته بندی و انبار کردن

پیوست الف(الزامی)



# لیست تجهیزات :

ردیف	نام تجهیزات آزمایشگاه	توضیحات
۱	دما سنج و رطوبت سنج محیط	مطابق استاندارد ملی
۲	آون آزمایشگاهی	تا دمای ۸۲۰ درجه سلسیوس
۳	محفظه ای با دمای ۱۵ - درجه سلسیوس	دمای ۱۵ - سلسیوس
۴	ولت متر	مطابق استاندارد ملی
۵	کرنومتر	مطابق استاندارد ملی
۶	زره بین	مطابق استاندارد ملی
۷	استوانه ای به قطر ۳۰ میلیمتر برای ترموکوپل های لوله ای	جهت پیچاندن
۸	استوانه ای به قطر ۱۵ میلیمتر برای ترموکوپل های سیمی	جهت پیچاندن
۹	میله ای به قطر ۱۵ میلیمتر برای ترموکوپل های لوله ای	مطابق استاندارد ملی
۱۰	میله ای به قطر ۵ میلیمتر برای ترموکوپل های سیمی	مطابق استاندارد ملی
۱۱	دستگاه آزمون کشش با نیروی ۱۰۰ نیوتون و نرخ ۱,۵ میلیمتر در دقیقه	مطابق استاندارد ملی
۱۲	آچار گشتاور سنج	±٪.۵ با دقت
۱۳	محل نصب بوبین	شیر مورد نظر جهت نصب ترموکوپل
۱۴	سیستم لوله کشی گاز جهت شعله پیلوت	آزمایشگاهی
۱۵	مانومتر فشار گاز	شیشه ای یو شکل
۱۶	گاور نر	مدل ایتالیایی

# لیست تجهیزات:

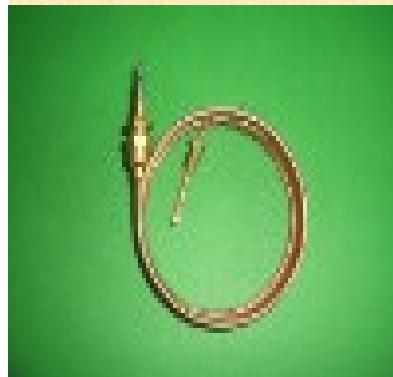
ردیف	نام تجهیزات آزمایشگاه	توضیحات
۱۷	<p>دستگاهی متشکل از اجزاء زیر:</p> <p>۱- پروب لوله ای شکل توخالی با مشخصات ابعادی و هندسی مشابه با سر ترموکوپل تحت آزمون.</p> <p>۲- پروب سیمی که به دماسنج با دقیق ۰,۱ درجه سلسیوس متصل است.</p> <p>۳- پیلوت گازی که در راستای عمودی قرار دارد.</p> <p>۴- میلی ولت متر با دقیق ۰,۱ میلی ولت.</p> <p>۵- سیستم ثبت کننده که توانایی خواندن ولتاژ خروجی ترموکوپل به ازای هر ۰,۱ ثانیه را داشته باشد.</p> <p>این دستگاه آزمون اجازه حرکت پروب لوله ای شکل یا ترموکوپل، در را می دهد  و  اطراف شعله پیلوت در سه جهت</p>	مطابق استاندارد ملی
۱۸	آمپر متر	۰.۱ Ma دقیق
۱۹	محفظه رطوبت	با تنظیم دمای ۴۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی٪ ۹۵
۲۰	ابزار آزمون خوردگی	مطابق استاندارد ملی
۲۱	شیر مغناطیسی	جهت نصب سیم ترموکوپل
۲۲	دستگاه آزمون دوام نشانه گذاری چاپی	مطابق استاندارد ملی
۲۳	بوبین، شیر گاز مرتبط با ترموکوپل	
۲۴	وسیله گاز سوز جهت نصب ترموکوپل	
۲۵	دستگاه سالت اسپری	مطابق استاندارد

# استاندارد ملی : ۸۸۷۶

منابع و مأخذی که برای تهیه استاندارد ۸۸۷۶ بکار رفته است عبارتند از :

- 1- ISA-MC 96.1-1982 TEMPERATUER MEASUREMENT THERMOCOUPLES
- 2- JIS-C 1602 -1995 JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD THERMOCOUPLES

هدف و دامنه کاربرد: هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات و مشخصات ترموکوپل هایی است که برای سیستم های نظارت بر شعله کاربرد دارد و این ترموکوپل دارای محدوده دمایی از حداقل ۱۵- تا حداقل ۸۲۰ درجه سلسیوس می باشد.



## ACCESSORI

Sabaf è in grado di offrire una vastissima gamma di accessori per i propri rubinetti, termostati e bruciatori. Tutti gli accessori sono sviluppati internamente ed ottimizzati per il loro funzionamento con i prodotti principali.

### TERMOCOPPIE

Sabaf offre una vasta gamma di accessori a corredo dei propri dispositivi con sicurezza, ed in particolare termocouple di varie lunghezze e con diversi tipi di attacco: filettato (R) fast-on (J) o coassiale (K). Le nostre termocouple sono state sviluppate unitamente ai bruciatori SABAF per garantire performance di eccellenza rispetto agli standard di mercato per affidabilità e per tempi di attivazione.

## THERMOCOUPLES

Sabaf offers a vast range of accessories for its products with safety device, in particular thermocouples in various lengths and with various type of connection: threaded (R) fast-on (J) or coaxial (K).

Our thermocouples have been developed together with Sabaf burners to guarantee outstanding performance with respect to available market standards, as regards both reliability and response time.

## ELECTRODES

Developed and optimized for use with Sabaf burners they are distinguished by the excellence of the materials employed (ceramic, cable etc.) and their performance that guarantees unvaried operation over time.

## "SNAP-IN" AND ROTARY MICROSWITCH HARNESS

Sabaf has developed and patented a microswitch harness that permits rapid assembly (snap-in system) without the need for tools or fixing accessories.

Besides guaranteeing optimum performance (over 99% first time lighting) it is designed to fit on gas taps both with and without thermoelectric safety device, an important standardization. The absence of internal springs and the use of sliding contacts reduce to a minimum the possibilities for malfunction.

The number of switches on a harness, their spacing and terminal wire lengths are variable at the customer's request. Besides the classic push switch (snap-in), there is also a rotary version both for ignition and re-ignition systems.

## مقدمه :

در سال ۱۸۲۱ شخصی به نام سیبک کشف کرد که در یک مدار بسته که از دو نوع سیم با جنس متفاوت تشکیل شده باشد، اگر یکی از نقاط اتصال این مدار را حرارت داده و دمای آن را بیشتر از دمای نقطه اتصال دیگر نماید، در این مدار جریان برق برقرار خواهد شد.

در سال ۱۸۸۶ شخصی دیگر به نام شانتلیر ترموموکوپلی را اختراع کرد که از دو سیم تشکیل شده بود، یک سیم این ترموموکوپل از جنس پلاتینیوم و سیم دیگر آن از آلیاژی شامل ۹۰ درصد پلاتینیوم و ۱۰ درصد رو دیوم ساخته شده بود.

برای این نوع ترکیب سیم های ترموموکوپل که هنوز هم به عنوان یک استاندارد بین المللی به منظور اندازه گیری مقایسه درجه حرارت بکار می رود علامت شناسایی S را تعیین کرده اند. که در بعضی موارد آن را به نام سازنده تجاری اش یعنی (HERAEUS) هم می نامند.

## مقدمه :

چندی بعد متوجه شدند این ترموکوپل بعضی اوقات هنگام تهیه توام با اشکالاتی می شود و لذا نتیجه گرفتند که یک ترموکوپل ساخته شده از ۸۷ درصد پلاتینیوم و ۱۳ درصد رو دیوم که آن را نوع R نامیدند تولید نیروی محرکه برقی نسبتاً بیشتری میکند و بنابراین از این نوع در صنعت بیشتر استفاده نمودند.

به مرور بر روی فلزاتی دیگر بخصوص فلزات ارزانتر برای ساخت ترموکوپل تحقیق گردید و متوجه شدند آهن و نیکل برای این کار مفید و ارزانتر است ولی بدليل شکننده بودن شدید نیکل خالص در اثر اکسید اسیون پس از مدتی به ساخت ترموکوپلی مرکب از ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد نیکل (کنستانتان) بنام آیرون-کنستانتان یا آهن-کنستانتان به مقدار زیادی در این صنعت استفاده گردید و بدین ترتیب این آلیاژ که آن را J مینامند مورد استفاده قرار گرفت.

## مقدمه :

سپس سیمی باآلیاژی مرکب از ۹۰ درصد نیکل و ۱۰ درصد کرومیوم به عنوان سیم مثبت و ۹۵ درصد نیکل و ۵ درصد آلیاژی از آلومینیوم، منگنزوسیلیکون برای سیم منفی استفاده نموده و این مجموعه با نام تجاری کروم‌آلومل-آلومل به عنوان نوع K نامیده می شود.

$(T,S,R,K,J,E)$

مجموعه ای دیگر از دو سیم مس و کنستانتنان ، به عنوان T که برای  
دهماهای زیر صفر کاربرد دارد نیز ساخته شد.

اخیراً جدولی به عنوان مرجع زینه بندی ۱۰ درجه ای برای زوج سیم  
کروم-کنستانتنان تهیه گردیده که آن را نوع E نام گذاری کرده اند.  
در موقعی که مشکل زنگ زدگی برای سیم هایی با قطر کم وجود دارد  
مورد توجه واستفاده زیادی دارد.

ترکیبات زیاد دیگری مانند کربن-تنگستن-نیکل-مولیبدنیوم-کربن-  
سیلیکون کارباید-کروم-استنلس استیل مورد استفاده قرار گرفته  
ولی کاملاً مورد قبول قرار نگرفته اند. مطابق پیشنهاد اداره استاندارد  
آمریکا ۶ حرف  $(T,S,R,K,J,E)$  برای انواع مختلف ترموموکوپل انتخاب  
شده که نشان دهنده نوع ترموموکوپل و کاربرد حرارتی آنها می باشد.  
جدول بعد (جدول ۱) این نوع ترموموکوپل ها را توضیح داده است.

## جدول ۱ (T,S,R,K,J,E)

نوع	مواد تشکیل دهنده فلز	قطب مثبت ابتدا نوشته شده است	دامنه اسمی / درجه سلسیوس
E	کروم-کنستانتان		871 (تا) ۰
J	آهن-کنستانتان		760 - 185
K	کروم-آلوم		1260 - ۰
R	پلاتینیوم، ۱۳ درصد رودیوم - پلاتینیوم		1482 - ۰
S	پلاتینیوم، ۱۰ درصد رودیوم - پلاتینیوم		1482 - ۰
T	مس-کنستانتان		371 - 185

یادآوری - قطب های نشان داده شده برای مواد تشکیل دهنده ترموکوپل مربوط به شرایط موقعی است که اتصال گرم (اتصال اندازه گیرنده) در دمایی بالاتر از دمای اتصال سرد(اتصال مرجع) قرار دارد.

## ۱- هدف، دامنه کاربرد ۲- مراجع:

هدف و دامنه کاربرد: تعیین الزامات و مشخصات ترموموکوپل هایی است که برای سیستم های نظارت بر شعله کاربرد دارد و این ترموموکوپل دارای محدوده دمایی ۱۵- تا حداقل ۸۲۰ درجه سلسیوس میباشد.

مراجع الزامی :

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است و جزئی از این استاندارد محسوب می گرددند.

۲-۵- استاندارد ملی ایران ۴۸۱۴ : سال ۱۳۷۸ اتصال دهنده های تخت اتصال سریع

۲-۶- استاندارد ملی ایران ۱۷۹۸ : سال ۱۳۷۳ دندۀ پیچ های لوله های گاز و اتصال های نوع پیچی برای موادی که آب بندی توسط دندۀ پیچ صورت می گیرد

2-1- ISA-MC 96.1-1982 TEMPERATUER MEASUREMENT THERMOCOUPLES

2-2- JIS-C 1602 -1995 JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD THERMOCOUPLES

2-3- ISO 9227-1990 CORROSION TESTS IN ARTIFICIAL ATMOSPHERES-SALT SPRAY TESTS.

2-4- IEC 60730-1- 2003.02 AUTOMATIC ELECTRICAL CONTROLS FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR USE.

## ترموکوپل و عملکرد آن :

ترموکوپل :

ترموکوپل عنصر حساسی است مرکب از دو فلز مختلف که در انتهایها به یکدیگر جوش داده شده اند( نقطه گرم یا حساس) و اگر این نقطه گرم شود، در سر دیگر آن ( نقطه سرد ) به تناسب گرما جریان الکتریکی به وجود می آید. محدوده عملکرد ترموموکوپل ها بسیار وسیع بوده و قابلیت بکارگیری آنها از  $-270$  -  $+2500$  درجه سانتیگراد ( با دقت  $0,5$  تا  $2$  درجه سانتیگراد ) میباشد.

چگونگی عملکرد ترموموکوپل :

ترموکوپل ایمنی وسیله نظارت بر شعله رابرای یک شیر عهده دار میباشد. وقتی احساس کننده بوسیله شعله گاز گرم می شود. انرژی الکتریکی توسط این قسمت تولید و از طریق عناصر ارتباطی بین بوبین موجود در شیر کنترل منتقل و با ایجاد میدان مغناطیسی باعث در گیر شدن اهرم شیر کنترل می گردد. مداماً که قسمت حساس در معرض حرارت قرار دارد مغناطیس نیز وجود خواهد داشت ولی به محض خاموش شدن شعله گاز قسمت احساس کننده سرد شده، انرژی الکتریکی قطع می شود و مسیر عبور گاز مسدود می گردد.

## ترموکوپل وسایل گاز سوز خانگی:

در سیستم وسایل گاز سوز منزل از ترموموکوپل نوع T استفاده می شود. که از دو فلز غیر همنام مس و کنستانتن استفاده شده است.

ترموکوپل نوع T می تواند حداکثر تا حرارت ۶۰۰ درجه سانتیگراد را تحمل نماید. ولتاژ نهایی آن ۳۰ میلی ولت است که حاصل از حرارت ۶۰۰ درجه سانتیگراد می باشد. در زمان طراحی و تولید یک ترموموکوپل نوع T میتوان مدت ایجاد ولتاژ مورد نظر را تنظیم نمود، این تنظیم بستگی به آلیاژ و ضخامت روکش بر روی محل اتصال دو فلز غیر همنام دارد.

با اضافه نمودن ضخامت روکش مدت زمان انتقال حرارت به محل اتصال دو فلز کاهش می یابد.

## ترموکوپل و سایل گاز سوز خانگی :

در صنایع اجاق گاز سازی معمولاً از ترموموکوپل نوع T که قدرت انتقال حرارت را خیلی سریع به محل دو فلز می رساند استفاده می شود. که حداقل ب بعد از ۵ ثانیه حرارت دادن به ترموموکوپل فرمان عبور گاز را صادر می نماید و عمدتاً طول عمر این ترموموکوپل های خیلی زیاد نمی باشد.

ترموکوپل ها در طول های مختلف بین ۲۲۰ تا ۱۵۰۰ میلیمتر تولید می شوندو مقاومت اهمی بسیار کمی بر خوردار می باشند که این مقدار بین ۱۷ الی ۳۵,۵ میلی اهم برای طول های قید شده بالا می باشد.

در طراحی و تولید مصنوعات گاز سوز بهتر است حداقل طول مورد نیاز ترموموکوپل را در نظر گرفت

کانستنت آلیاژی از ۵۵ درصد مس و ۴۵ درصد نیکل می باشد. و این آلیاژ فقط در مصرف ساخت ترموموکوپل نوع E, J, T استفاده می شود.

## نحوه نصب ترموموکوپل به شیر کنترل :

در کارخانه ترموموکوپل سازی در انتهای ترموموکوپل مفتول مسی را بصورت پرچ یا فلنچ طراحی و تولید می نمایند. قدرت تحمل این فلنچ در برابر فشار بسیار کم می باشد . روی این اصل در هنگام نصب ترموموکوپل به شیر ترموموکوپل باید توجه شود که مهره اتصال دهنده ترموموکوپل به شیر کنترل بیشتر از حد ۳۰۰ گرم در متر و یا ۳۰ کیلو گرم بر سانتیمتر نباید چرخش داشته باشد.

مثال : اگر طول دسته آچار شماره ۱۰ تا ۱۱ که برای بستن مهره ترموموکوپل استفاده می شود ۱۰ سانتی متر باشد نباید نیروی استاتیکی بیشتر از ۳ کیلو گرم به انتهای آچار وارد نمود. چون باعث از بین رفتن فلنچ و شکستن ترموموکوپل می گردد.

طريقه خم کردن ترموموکوپل : همانگونه که اشاره شد ترموموکوپل از دو فلز غیر همنام تشکيل شده و اگر شعاع زاويه خم آن کمتر از ۱۵ ميلی متر باشد به عايق درون سيم ترموموکوپل صدهم وارد می شود و جريان الکتريسি�ته توليد شده به بوبين هدايت نخواهد شد . روی این اصل به توليد کنندگان لوازم گاز سوز توصيه می گردد که در صورت نياز به خم کردن ترموموکوپل ها را بر دور ميله اي با شعاع مناسب خم نمایند.

# زمان بازشدن وزمان تاخیر در خاموشی:

- هنگامی که وسیله نظارت بر شعله با الزامات استاندارد ۹۹:۱۲۵ EN مطابقت می کند الزامات آن استاندارد باید به کار گرفته شود.
- هنگامی که وسایل نظارت بر شعله موجود باشند، باید طوری طراحی شده باشند که در صورت خرابی هر یک از اجزاء ضروری برای عملکرد آن، تامین گاز به مشعل مربوطه به طور خودکار قطع شود و برقراری مجدد آن نیاز به دخالت دست داشته باشد. این وسیله ایمنی باید طوری سوار شود که از عملکرد رضایت بخش آن اطمینان حاصل گردد.
- عنصر حساس یک وسیله نظارت بر شعله باید تنها یک مشعل را کنترل نماید. وسیله نباید دارای هیچگونه تجهیزاتی باشد که اجازه دهد وسیله نظارت بر شعله به طور دائمی تحت کنترل درآید. ولی طی عملیات روشن کردن، ایجاد یک فرصت کوتاه برای ورود جزئی گاز در غیاب شعله مجاز می باشد.
- زمان باز شدن در جایی که دخالت پیوسته دست لازم است برای مشعل های صفحه مشعل باید برابر یا کمتر از ۱۰ ثانیه و برای مشعل های فر و بریان کن باید برابر یا کمتر از ۱۵ ثانیه باشد.
- زمان تاخیر خاموش شدن در جایی که مشعل در یک محفظه قرار دارد باید کمتر از ۶۰ ثانیه باشد و برای مشعل باز یا مشعل پوشش دار یا زیر یک صفحه کلوچه پز باید کمتر از ۹۰ ثانیه باشد.
- چنانچه مشعل توسط یک وسیله نظارت بر شعله مجهز به پیلوت حفاظت می شود روشن کردن یا روشن کردن مجدد مشعل باید رضایت بخش باشد

### ۳- اصطلاحات و تعاریف :

۱-۳- تعریف ترموکوپل : ترموکوپل تشکیل شده از دو فلز یا آلیاژ غیر هم جنس است که در یک نقطه به هم متصل شده و در اثر حرارت، نیروی محرکه الکتریکی در دو سر دیگر آن ایجاد می گردد. این ترموکوپل بخشی از سیستم ایمنی نظارت بر شعله را تشکیل می دهد. هنگام تماس شعله با سر ترموکوپل، نیروی محرکه ترموالکتریکی ایجاد و با قطع شعله این نیرو به تدریج از بین می رود. ترموکوپل های رایج در صنعت ۲ نوع سیمی و لوله ای می باشند.

۲- نیروی محرکه ترموالکتریکی [۱] اختلاف پتانسیلی است، که در اثر دما بین دو نقطه اتصال گرم و سرد ترموکوپل بوجود می آید.

1-Thermo Electromotive force

## ۳- اصطلاحات و تعاریف :

### ۳-۱- المان های ترموموکوپل [2]

عبارة از سیم ، مفتول ، لوله فلزی یا آلیاژی است، که در سر ترموموکوپل مورد استفاده قرار میگیرد.

### ۳-۲- المان خارجی

بخش لوله ای شکلی است ، که در تماس با شعله می باشد والمان مثبت ترموموکوپل ، نامیده می شود.

### ۳-۳- المان داخلی

المان منفی ترموموکوپل می باشد.

### ۳-۴- سر ترموموکوپل

زوج المان های ترموموکوپل است، که در نقطه اتصال گرم به یکدیگر متصل شده و در اثر مجاورت با حرارت تولید نیروی محرکه ترموموالکتریکی (EMF) می نماید.

2-Thermocouple element

### ۳- اصطلاحات و تعاریف :

۴-۳- سر ترموکوپل زوج المان های ترموکوپل است، که در نقطه اتصال گرم به یکدیگر متصل شده و در اثر مجاورت با حرارت تولید نیروی محرکه ترموموالکتریکی (EMF) می نماید.



نحوه تماس ترموکوپل در قسمت اتصال گرم با شعله :  
حداکثر تحمل حرارت ترموکوپل در قسمت اتصال گرم  $600$  درجه سانتیگراد می باشد و اگر این میزان حرارت در نقطه قید شده افزایش یابد باعث کاهش عمر و یا کاهش دوام ترموکوپل می شود.  
مقدار حرارت دادن به ترموکوپل بصورت تئوری به این شکل است که اگر انتهای شعله پیلوت  $1\pm 11$  میلیمتر با نوک ترموکوپل تماس داشته باشد این مقدار پوشش حرارتی حد ایده آل می باشد.

#### ۳-۵- اتصال گرم [3]

اتصال بین دو سر المان های ترموکوپل است، که در معرض حرارت قرار می گیرد.

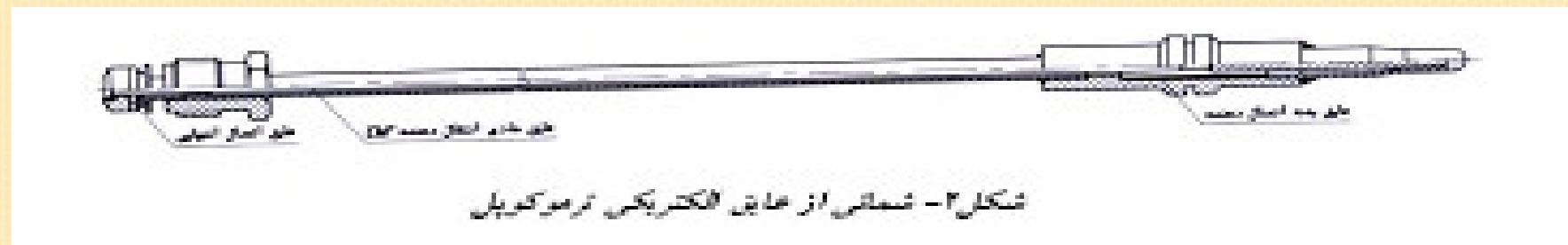
## ۳- اصطلاحات و تعاریف :

### ۳-۶- اتصال سرد [4]

اتصال دو سرديگرالمان های ترموموکوپل با هادی های انتقال دهنده نیروی محرکه ترمومو الکتریکی (EMF) می باشد.

### ۳-۷- عایق الکتریکی

عایق هایی است ، که در قسمت های مختلف ترموموکوپل از اتصال کوتاه الکتریکی اجزاء آن با هم جلوگیری بعمل می آورد.

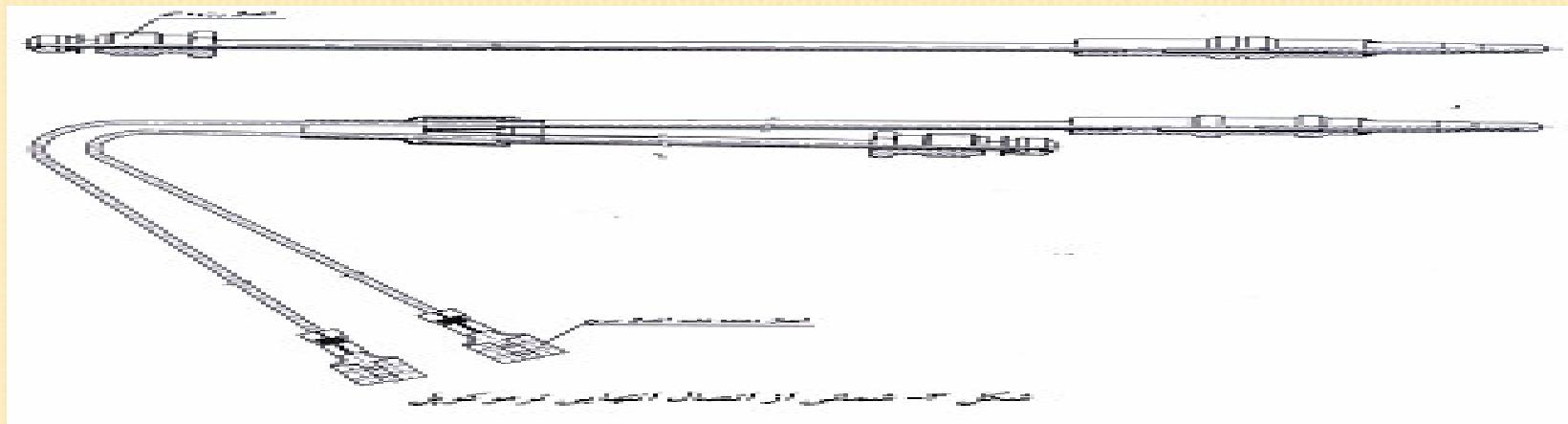


واشر فیبری و یا عایق در انتهای ترموموکوپل :

بین فلنچ و انتهای ترموموکوپل یک واشر فیبری قرار گرفته است که از اتصال دو فلز غیر همنام به یکدیگر جلوگیری می نماید. لازم به تذکر است که ترموموکوپل نباید در محیط مرطوب قرار گیرد چون در مرحله اول به واشر فیبری صدمه وارد می شود و در مرحله دوم انتهای ترموموکوپل که نقره ای رنگ می باشد اکسید میشود و جریان الکتریسیته تولید شده توسط ترموموکوپل را به بوبین رگولاتور انتقال نمی دهد.

### ۳- اصطلاحات و تعاریف :

۳-۸- اتصال نهایی  
بخشی است ، که از طریق آن نیروی محرکه ترموالکتریکی از ترموکوپل به سیستم نظارت بر شعله منتقل می گردد .  
اتصال انتهایی به اشکال مختلف از قبیل : اتصال رزووه ای یا اتصال دهنده تخت اتصال سریع می باشد .



واشر فنری در انتهای ترموکوپل :

بین مهره اتصال دهنده ترموکوپل به رگولاتور و فلنچ ترموکوپل یک واشر فنری قرار داده شده ، این واشر فنری اتصال تحت فشار مناسب برای هدایت جریان الکتریسیته از ترموکوپل به بوبین را بوجود خواهد آورد .

## ۳- اصطلاحات و تعاریف :

اتصال انتهایی در هر ترموکوپل به دو بخش تقسیم میگردد.

۱- اتصال منفی (برای مثال: اتصال عدسی برنجی در ترموکوپل های لوله ای و یا ترمینال منفی در ترموکوپل های سیمی)

۲- اتصال مثبت یا اتصال بدن (برای مثال: اتصال مهره ترموکوپل های لوله ای یا ترمینال مثبت در ترموکوپل های سیمی).

۳-۹-۳- هادی انتقال دهنده نیروی محرکه ترموالکتریکی [1]

جفت هادی عایق شده نسبت به هم می باشند که از نظر مشخصات نیروی محرکه ترموالکتریکی تقریباً مشابه با المان های ترموکوپل می باشند و وظیفه اتصال مابین سر ترموکوپل و اتصال انتهایی را به عهده دارند. در ترموکوپل های رایج در صنعت هادی های انتقال دهنده عبارتند از :

۳-۹-۳- سیم مسی با روکشی عایق

سیم عایق شده ای است ، که اتصال منفی ترموکوپل بوده و یک سر آن به المان داخلی ترموکوپل متصل می باشد (اتصال سرد).

۳-۹-۳- سیم مسی : اتصال مثبت ترموکوپل های سیمی بوده که نیاز به عایق ندارد.

۳-۹-۳- لوله مسی : اتصال مثبت ترموکوپل های لوله ای بوده که نیاز به عایق ندارد.

**1-Thermo Electromotive force**

**Extension wire**

## نحوه تست کردن ترموموکوپل:

نحوه تست کردن ترموموکوپل : به دو صورت:

الف: توسط ولت متر .آداپتور (تطبیق دهنده) به یکطرف ترموموکوپل متصل می شود و طرف دیگر به بوبین شیر کنترل و در وسط آداپتور یک سیم ولت متر مثبت اتصال داده شودوسیم دیگر ولت متر به بدنه ترموموکوپل ودکمه ولت متر روی میلی ولت تنظیم گردد.سپس بعد از حداقل ۵۰ ثانیه حرارت دادن به سر ترموموکوپل توسط پیلوت یا چراغ الکلی ولت متر باید حداقل عدد ۱۱ میلی ولت را نشان دهد.

ب- توسط بوبین شیر کنترل(اطمینان از سالم بودن بوبین حائز اهمیت می باشد): اگر توسط یک رشته سیم باز که از بدنه ترموموکوپل به بدنه بوبین اتصال دهیم و انتهای ترموموکوپل را به مرکز سطح بوبین متصل نماییم و ترموموکوپل را توسط چراغ الکلی و یا فندک حدود ۲۰ ثانیه حرارت دهیم و در همان سطح بالای بوبین که دارای فنر می باشد به منتهی علیه داخل بوبین فشار دهیم اگر ترموموکوپل سالم باشد قدرت باز گردانی سطح تحت فشار را نخواهد داشت و اگر بوبین بعد از این عمل فوراً به حالت اولیه برگردد این ترموموکوپل خراب می باشد.

## سرویس و نگهداری ترموموکوپل :

الف- در سیستم اجاق گاز و فر باید توجه داشت در هنگام تمیز کردن سینی چربیگیر و جابجا کردن قطعات در سطح فوقانی اجاق گاز و همچنین در داخل فر ضربه به ترموموکوپل وارد نشود.

ب- در سیستم مصنوعاتی که دارای پیلوت دائمی می باشد تنظیم هوا و گاز در شمعک و تمیز نمودن شبکه های هوا در زیر شمعک باعث جلوگیری از تولید دوده بر روی ترموموکوپل می گردد. در صورت وجود دوده بر روی ترموموکوپل پیلوت را باید خاموش نمود و بعد از سرد شدن ترموموکوپل آن را با یک پارچه خنک تمیز نمود و شمعک را مطابق دستورالعمل کارخانه و یا نحوه ای که در بالا ذکر شده تنظیم نمایید.

### ۳- اصطلاحات و تعاریف :

۱۰- ۳- بدنه اتصال دهنده

قسمتی از ترموکوپل است ، که با اتصال به عنصری دیگر موجب قرارگیری ترموکوپل در موقعیتی مناسب و ثابت نسبت به شعله می گردد.

۱۱- ۳- مدار باز

عبارت است از ، ترموکوپل بدون اتصال به سیستم نظارت بر شعله ، از این مدار برای اندازه گیری پارامتر هایی مانند : مقاومت ترموکوپل و یا نیروی حرکه ترموالکتریکی استفاده می گردد.

۱۲- ۳- مدار بسته

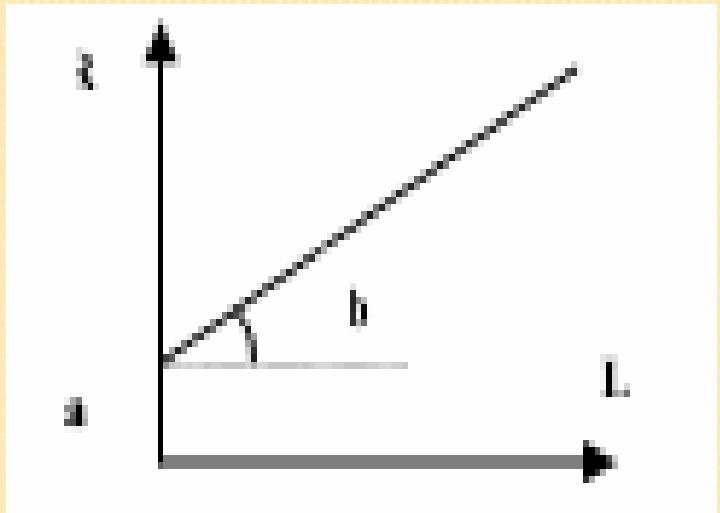
عبارت است از مجموعه ترموکوپل و سیستم نظارت بر شعله که اتصال الکتریکی مابین آنها برقرار می باشد. از این مدار برای اندازه گیری پارامترهایی مانند: جریان الکتریکی و یا انجام آزمون عملکرد بلندمدت ترموکوپل استفاده می گردد.

### ۳- اصطلاحات و تعاریف :

#### ۱۳-۳ - مقاومت ترموکوپل

مقاومت الکتریکی ترموکوپل است که تابعی از عوامل مختلف از قبیل : طول، قطر، جنس و نوع اتصال المان ها و هادی های انتقال دهنده نیروی محرکه ترموالکتریکی ترموکوپل می باشد. مقاومت ترموکوپل معمولاً بصورت یک فرمول یا یک نمودار خطی ، بیان می گردد:

$$R=a+bL$$



که در آن :  
 $a$  و  $b$  ضرایب ثابت.  
 $L$  طول ترموکوپل.

$R$  مقاومت الکتریکی ترموکوپل.

لازم بذکر است ، که معادله مقاومت هر ترموکوپل منحصر به فرد بوده و با تغییر ویژگی های آن مانند: مواد المان های ترموکوپل این معادله نیز تغییر می یابد.

### ۳- اصطلاحات و تعاریف :

- ۱۴- ۳- نمودار گرم شدن / سرد شدن ترموکوپل در مدار باز عبارت از نموداری است ، که در آن تغییرات نیروی حرکه ترموالکتریکی بر حسب زمان نمایش داده می شود.
- ۱۵- ۳- نمودار گرم شدن / سرد شدن ترموکوپل در مدار بسته عبارت از نموداری است ، که در آن تغییرات ولتاژالکتریکی ترموکوپل بر حسب زمان نمایش داده می شود.
- ۱۶- ۳- اینرسی گرم شدن عبارت از زمان لازم برای رسیدن ترموکوپل به ولتاژی معین هنگامیکه در مجاورت شعله ای با دمای معین و پایدار گرم می گردد.
- ۱۷- ۳- اینرسی سرد شدن عبارت از زمان لازم برای رسیدن ترموکوپل به ولتاژی معین پس از خاموش شدن شعله ای پایدار و با دمای معین که ترموکوپل در مجاورت آن قرار داشته است.

## ۴- الزامات ساخت :

۴- الزامات ساخت

۴- ۱ کلیات

- ۴-۱-۱- ترموموکوپل باید به گونه ای طراحی ، تولید و مونتاژ شود، که عملکرد آن تحت شرایط نصب و استفاده که سازنده مشخص می نماید، به درستی انجام شود.
- ۴-۱-۲- تمامی اجزاء ترموموکوپل باید عاری از گوششها و لبه های تیز و برنده باشد و موجب خرابی ، آسیب یا عملکرد نادرست آن نشود.
- ۴-۱-۳- سطوح داخلی و خارجی قطعات و اتصالات باید تمیز باشند.
- ۴-۱-۴- المان های ترموموکوپل وجفت هادی های انتقال دهنده نیروی محرکه ترموالکتریکی در سرتاسر ترموموکوپل ، باید به هم اتصال نداشته باشد و به نحو مناسبی نسبت به یکدیگر عایق شده باشند.
- ۴-۱-۵- المان های ترموموکوپل وجفت هادی های انتقال دهنده نیروی محرکه ترموالکتریکی باید عاری از ترک و شکستگی باشد. همچنین در عایق های بکار رفته در ترموموکوپل ، نباید هیچ گونه آثار زدگی ، ترک، شکستگی و نظایر آن روئیت شود.

## ۴- الزامات ساخت :

۶-۱-۶- در صورتی که اتصال انتهایی و یا بدنه اتصال دهنده ترموموکوپل از نوع رزوه ای باشد، مشخصات رزوه آن باید با استاندارد ملی ایران ۱۷۹۸ سال ۱۳۷۳ مطابقت داشته باشد. همچنین در صورتی که اتصال انتهایی ترموموکوپل از نوع اتصال دهنده های تخت اتصال سریع باشد، مشخصات آن باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۴۸۱۴: سال ۱۳۷۸ باشد.

### ۲-۴- مواد

۴-۱-۲- کیفیت مواد ، ابعاد بکار رفته و روش مونتاژ قطعات مختلف باید به صورت مطلوبی باشد تا عملکرد صحیح ترموموکوپل را تضمین نماید.

علاوه بر آن کیفیت مواد بکار رفته در قطعات ترموموکوپل ، باید بگونه ای باشد ، که مشخصات عملکردی آن در طی عمر منطقی ترموموکوپل ، وقتی که ترموموکوپل طبق دستورالعمل سازنده نصب و استفاده می شود، تغییر مهمی نداشته باشد.

در جدول بعدی (جدول ۲) نمونه ای از مواد بکار رفته در قطعات ترموموکوپل ، می باشد.

## ۴-۲- مواد :

جدول ۲ - مواد بکار رفته در قطعات ترموکوپل

نام قطعه	مواد پیشنهادی	استاندارد مرجع
المان های ترموکوپل	Fe cr-Ni cr-inconel	--
بدنه اتصال دهنده	برنج	ISIRI 4051
هادی های انتقال دهنده	مس	--
اتصال انتهایی	برنج	ISIRI 4051

یادآوری: چنانچه سازنده ای از مواد دیگری غیر از مواد مندرجه در جدول ۱ استفاده نماید، مواد مورد استفاده باید با شرایط آزمون های مربوط مطابقت نماید.

## ۴-۲-۴- مواد:

- ۴-۲-۴- کیفیت مواد بکار رفته در ترموکوپل، باید به گونه ای باشد، که قطعات نسبت به هر گونه تنش مکانیکی، شیمیایی و حرارتی که ممکن است در حین کار در معرض آن قرار گیرد مقاوم باشد.
- ۴-۲-۳- مواد اولیه المان های ترموکوپل ، باید سازگار با اصل سیبک و مقاوم در برابر حرارت شعله باشد. استفاده از مواد اضافی در اتصال گرم مجاز نمی باشد.
- ۴-۲-۴- برای هادی های انتقال دهنده نیروی محرکه ترمو الکتریکی ،باید از مواد با مقاومت الکتریکی کم و انعطاف پذیری خوب (برای مثال : مس)استفاده گردد.
- ۴-۲-۵- جفت هادی انتقال دهنده نیروی محرکه ترموالکتریکی،باید از نظر ویژگی های نیروی محرکه ترموالکتریکی تقریباً مشابه المان های ترموکوپل باشد.
- ۴-۲-۶- عایق های بکار رفته در ترموکوپل مناسب با محل مورد استفاده،باید مقاومت لازم در برابر حداکثر حرارت اعمال شده را داشته باشد.همچنین مواد بکار رفته در عایق سیم های ترموکوپل،باید به گونه ای باشد،که در اثر تماس و برخورد با لبه ها و گوشه های تیز در هنگام مونتاژ و نصب،آسیبی نبیند.
- ۴-۲-۷- تمامی قطعاتی که در مجاورت با هوای محیط می باشند،باید از مواد مقاوم در برابر خوردگی ساخته شده یا به نحو مناسبی حفاظت گردد.
- ۴-۲-۸- مواد بکار رفته در ترموکوپل،از جمله مواد بکار رفته در لحیم کاری،نباید به محیط زیست آسیبی برساند.

## ۵- الزامات عملکرد(کلیات) :

۵- الزامات عملکرد

۱-۵- کلیات

۱-۱-۵- وضعیت نصب

عملکرد ترموکوپل باید در تمام وضعیت های نصب اعلام شده توسط سازنده، رضایت بخش باقی بماند.

۱-۲-۵- وضعیت ظاهری

ترموکوپل باید از نظر ظاهری عاری از هر گونه ترک، شکستگی و لهیدگی در سر ترموکوپل، هادی های انتقال دهنده نیروی حرکه ترمومالتريکی و عایق های الکتریکی باشد. همچنین اتصال گرم ترموکوپل (جوش سر ترموکوپل) باید عاری از هر گونه حفره و تخلخل، ناخالصی و نقایص سطحی که بر مشخصه های عملکردی آن مانند: استحکام ، مقاومت الکتریکی و نیروی حرکه ترمومالتريکی اثرگذار است، باشد.

۱-۳-۵- ابعاد

۱-۳-۱-۵- ابعاد ترموکوپل باید با مشخصات و نقشه های ارائه شده توسط سازنده، مطابقت داشته باشد.

## ۲-۵- دامنه دمای عملکرد :

۱-۲-۵ سر ترموکوپل

بنا به کاربرد، ترموکوپل ها با محدوده دمایی متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرند. بر همین اساس، ترموکوپل ها به سه کلاس زیر تقسیم می گردند:

الف- کلاس T1: سر ترموکوپل در برابر دمای تا ۸۲۰ درجه سلسیوس مقاومت می نماید.

الف- کلاس T2: سر ترموکوپل در برابر دمای تا ۷۰۰ درجه سلسیوس مقاومت می نماید.

الف- کلاس T3: سر ترموکوپل در برابر دمای تا ۵۰۰ درجه سلسیوس مقاومت می نماید.

۲-۵- عایق بدنه اتصال دهنده

این عایق که در بدنه اتصال دهنده ترموکوپل قرار می گیرد، باید در برابر دمای تا ۲۵۰ درجه سلسیوس ، مقاومت نماید.

۳-۲-۵ هادی های انتقال دهنده نیروی حرکه ترموالکتریکی  
هادی های الکتریکی ، باید در برابر دمای تا ۱۸۰ درجه سلسیوس ، مقاومت نماید.

۴-۲-۵ اتصال الکتریکی

اتصال انتهایی باید در برابر دمای تا ۱۲۰ درجه سلسیوس ، مقاومت نماید.

۵-۲-۵- پایین ترین دما برای ترموکوپل باید ۱۵-درجه سیلسیوس باشد.

## ۵-۱- الزامات مکانیکی (ترموکوپل لوله ای):

۳-۵- الزامات مکانیکی

۳-۵- ترموکوپل های لوله ای

۳-۵- خمس

ترموکوپل باید مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۳-۱ مورد آزمون خمس قرار گیرد. پس از انجام آزمون نباید هیچ آثار ترک ، شکستگی و خرابی بر روی قسمت های مختلف آن مشاهده گردد. همچنین عملکرد ترموکوپل نیز مطابق بندهای ۵-۴ و ۲-۴-۵ پس از این آزمون نباید تغییری ایجاد شود.

۳-۵- کشش

۳-۵-۱- اتصال سرد ترموکوپل و لحیم کاری گرما زیاد بین قسمت های مختلف ترموکوپل مطابق روش آزمون در بند ۶-۳-۱ باید در برابر نیروی کشش حداقل ۱۰۰ نیوتون مقاومت نماید. پس از انجام این آزمون نباید آثار شکستگی یا ترک در اتصال سرد / لحیم کاری ، مشاهده گردد.

۳-۵-۲- اتصال گرم مجموعه سر ترموکوپل،بنابه کاربرداز نظر مقاومت در برابر نیروی کشش به ۳ کلاس زیر تقسیم میگردد:

الف- کلاس T S1 : اتصال گرم مجموعه سر ترموکوپل باید در برابر نیروی کشش حداقل ۷۰۰ نیوتون مقاومت نماید.

الف- کلاس T S2 : اتصال گرم مجموعه سر ترموکوپل باید در برابر نیروی کشش حداقل ۴۰۰ نیوتون مقاومت نماید.

الف- کلاس T S3 : اتصال گرم مجموعه سر ترموکوپل باید در برابر نیروی کشش حداقل ۲۰۰ نیوتون مقاومت نماید.

اتصال گرم مجموعه سر ترموکوپل مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۳-۲ مورد آزمون قرار می گیرد و پس از انجام این آزمون نباید آثار شکستگی یا ترک در اتصال گرم مشاهده گردد.

۳-۵- گشتاور پیچشی

در صورتی که اتصال انتهایی ترموکوپل از نوع رزوه ای باشد، باید مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۳-۳ در معرض گشتاور پیچشی مشخص شده در این بند قرار گیرد. پس از انجام این آزمون علاوه بر سالم ماندن رزوه ها عدم وجود خرابی در عایق ها و اتصال انتهایی ترموکوپل، گشتاور پس ماندبه میزان مشخص شده در بند ۶-۳-۳ نیز باید در اتصال وجود داشته باشد. علاوه مقاومت الکتریکی ترموکوپل باید با الزامات بند ۵-۴-۵، مطابقت نماید.

## ۵-۳-۲- الزامات مکانیکی (ترموکوپل سیمی):

۲-۳-۵ ترموموکوپل های سیمی  
۱-۲-۳-۵ خمش

ترموکوپل باید طبق روش آزمون مشروحه در بند ۱-۳-۶ مورد آزمون خمسن قرار گیرد.  
پس از انجام آزمون نباید هیچ آثار ترک ، شکستگی و خرابی بر روی قسمت های مختلف آن مشاهده گردد. همچنین عملکرد ترموموکوپل نیز مطابق بندهای ۱-۴-۵ و ۲-۴-۵ پس از این آزمون نباید تغییری ایجاد شود.

۲-۲-۳-۵ کشش

۱-۲-۳-۵-۱- اتصال سرد ترموموکوپل ولحیم کاری گرما زیاد بین قسمت های مختلف ترموموکوپل مطابق روش آزمون در بند ۱-۲-۳-۶ باید در برابر نیروی کشش حداقل ۱۰۰ نیوتون مقاومت نماید. پس از انجام این آزمون نباید آثار شکستگی یا ترک در اتصال سرد / لحیم کاری ، مشاهده گردد.  
۱-۲-۳-۵-۲- اتصال گرم مجموعه سرترموموکوپل، بنابر کاربرداز نظر مقاومت در برابر نیروی کشش به ۳ کلاس زیر تقسیم میگردد:

الف- کلاس **T S1** : اتصال گرم مجموعه سرترموموکوپل باید در برابر نیروی کشش حداقل ۷۰۰ نیوتون مقاومت نماید.

الف- کلاس **T S2** : اتصال گرم مجموعه سرترموموکوپل باید در برابر نیروی کشش حداقل ۴۰۰ نیوتون مقاومت نماید.

الف- کلاس **T S3** : اتصال گرم مجموعه سرترموموکوپل باید در برابر نیروی کشش حداقل ۲۰۰ نیوتون مقاومت نماید.

اتصال گرم مجموعه سرترموموکوپل مطابق روش آزمون مشروحه در بند ۲-۳-۶ مورد آزمون قرار می گیرد و پس از انجام این آزمون نباید آثار شکستگی یا ترک در اتصال گرم مشاهده گردد.

۳-۲-۳-۵- لحیم کاری نرم اتصالات یا ترمینال سیم ها، مطابق روش آزمون مشروحه در بند ۳-۲-۳-۶، باید در برابر نیروی کشش حداقل ۵۰ نیوتون مقاومت نماید. پس از انجام این آزمون نباید آثار شکستگی یا ترک در اتصال سرد / لحیم کاری ، مشاهده گردد.

## ٤-٥- الزامات الکتریکی :

٤-٥- الزامات الکتریکی

٤-٥- نیروی محرکه ترمومالکتریکی

بنا به کاربرد، ترموکوپل ها با محدوده نیروی محرکه ترمومالکتریکی متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرند. بر همین اساس، ترموکوپل ها به سه کلاس زیر تقسیم می گردند:

الف- کلاس E1

خروجی الکتریکی در مدار باز، مطابق روش آزمون مشروحه در بند ٤-٦-١، هنگامی که اتصال گرم المان حرارتی در دمای ٤٠٠ درجه سلسیوس به مدت ٥ دقیقه جهت پایداری ولتاژ گرم می گردد، باید حداقل ٨ میلی ولت باشد.

الف- کلاس E2

خروجی الکتریکی در مدار باز، مطابق روش آزمون مشروحه در بند ٤-٦-١، هنگامی که اتصال گرم المان حرارتی در دمای ٤٠٠ درجه سلسیوس به مدت ٥ دقیقه جهت پایداری ولتاژ گرم می گردد، باید حداقل ١٤ میلی ولت باشد.

الف- کلاس E3

خروجی الکتریکی در مدار باز، مطابق روش آزمون مشروحه در بند ٤-٦-١، هنگامی که اتصال گرم المان حرارتی در دمای ٤٠٠ درجه سلسیوس به مدت ٥ دقیقه جهت پایداری ولتاژ گرم می گردد، باید حداقل ١٦ میلی ولت باشد.

٤-٥- مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی ترموکوپل باید طبق بند ٤-٦-٢ مورد آزمون قرار گرفته و مقدار آن باید با نمودار مقاومت ترموکوپل و یا معادله مقاومت ترموکوپل که بصورت تابعی از طول ترموکوپل بیان و توسط سازنده ارائه می گردد مطابقت نماید.  
رواداری برای کلیه مدل ها با آلیاژها و طول های متفاوت، باید  $\pm 10\%$  مقدار نامی اعلام شده توسط سازنده باشد.

## ۵-۴-۳- اینرسی گرم شدن :

۵-۴-۳- اینرسی گرم شدن  
بنابه کاربرد، ترموکوپل ها با محدوده اینرسی گرم شدن متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرند و بر همین اساس به سه کلاس زیر تقسیم می گردند.

### الف- کلاس H 11

مطابق روش آزمون مشروحه در بند ۶-۴-۱، اینرسی گرم شدن ترموکوپل هنگامی که یک شعله پایدار با دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار می گیرد، نباید بیش از مدت زمان ۵ ثانیه برای رسیدن به ولتاژی معادل ۳ میلی ولت باشد.

### الف- کلاس H 12

مطابق روش آزمون مشروحه در بند ۶-۴-۱، اینرسی گرم شدن ترموکوپل هنگامی که یک شعله پایدار با دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار می گیرد، نباید بیش از مدت زمان ۳ ثانیه برای رسیدن به ولتاژی معادل ۳ میلی ولت باشد.

### الف- کلاس H 13

مطابق روش آزمون مشروحه در بند ۶-۴-۱، اینرسی گرم شدن ترموکوپل هنگامی که یک شعله پایدار با دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار می گیرد، نباید بیش از مدت زمان ۱,۵ ثانیه برای رسیدن به ولتاژی معادل ۳ میلی ولت باشد.

## ۴-۵-۴- اینرسی سرد شدن :

۴-۵- اینرسی سرد شدن

بنابه کاربرد، ترموکوپل ها با محدوده اینرسی سرد شدن متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرند و بر همین اساس به سه کلاس زیر تقسیم می گردند.

الف - کلاس C 11:

مطابق روش آزمون مشروحة در بند ۶-۴-۱، اینرسی سرد شدن ترموکوپل هنگامی که یک شعله پایدار با دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار می گیرد، باید کمتر از مدت زمان ۹۰ ثانیه برای رسیدن به ولتاژی معادل ۱ میلی ولت پس از خاموش شدن شعله باشد.

الف - کلاس C 12:

مطابق روش آزمون مشروحة در بند ۶-۴-۱، اینرسی سرد شدن ترموکوپل هنگامی که یک شعله پایدار با دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار می گیرد، باید کمتر از مدت زمان ۶۰ ثانیه برای رسیدن به ولتاژی معادل ۱ میلی ولت پس از خاموش شدن شعله باشد.

الف - کلاس C 13:

مطابق روش آزمون مشروحة در بند ۶-۴-۱، اینرسی سرد شدن ترموکوپل هنگامی که یک شعله پایدار با دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار می گیرد، باید کمتر از مدت زمان ۳۰ ثانیه برای رسیدن به ولتاژی معادل ۰,۴ میلی ولت پس از خاموش شدن شعله باشد.

## جدول ۲- الزامات دمایی والکتریکی :

شاخص ها	شرح	بندهای استاندارد
T <sub>1</sub>	820	دما °C بند(۵-۲) TEMPERATURE(T)
T <sub>2</sub>	700	
T <sub>3</sub>	500	
T <sub>S1</sub>	700	کشش (نیوتن) بند(۵-۳-۲-۲-۲) Tensile strength (Ts)
T <sub>S2</sub>	400	
T <sub>S3</sub>	200	
E <sub>1</sub>	حداقل ۸	نیروی محرکه ترمو الکتریکی(میلی ولت) بند(۵-۴-۱)
E <sub>2</sub>	حداقل ۱۴	
E <sub>3</sub>	حداقل ۱۶	
Hi <sub>1</sub>	حداکثر زمان ۵ ثانیه برای رسیدن ولتاژ به ۳ میلی ولت	اینرسی گرم شدن بند(۵-۴-۳)
Hi <sub>2</sub>	حداکثر زمان ۳ ثانیه برای رسیدن ولتاژ به ۳ میلی ولت	
Hi <sub>3</sub>	حداکثر زمان ۱,۵ ثانیه برای رسیدن ولتاژ به ۳ میلی ولت	
Ci <sub>1</sub>	حداکثر زمان ۹۰ ثانیه برای رسیدن ولتاژ به ۱ میلی ولت	اینرسی سرد شدن بند(۵-۴-۴)
Ci <sub>2</sub>	حداکثر زمان ۶۰ ثانیه برای رسیدن ولتاژ به ۱ میلی ولت	
Ci <sub>3</sub>	حداکثر زمان ۳۰ ثانیه برای رسیدن ولتاژ به ۰,۴ میلی ولت	

## ۵-۵- الزامات فیزیکی -شیمیایی :

۴-۵- نشت الکتریکی عایق ها

مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۴-۳، مقاومت عایق بدنه اتصال دهنده و عایق سیم منفی ترموکوپل هنگامی که ولتاژی معادل  $VDC 500$  به آن اعمال می گردد، نباید کمتر از یک مگا اهم باشد.

۵-۵- الزامات فیزیکی -شیمیایی

۵-۵-۱- مقاومت به رطوبت

مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۵-۱، ترموکوپل در معرض تست رطوبت قرار می گیرد. پس از این آزمون، مقاومت الکتریکی ترموکوپل باید با الزامات بیان شده در بند ۵-۴-۲، مطابقت نماید.

۵-۵-۲- مقاومت در برابر خوردگی

تمام قطعات آلیاژی حاوی عنصر آهن و قطعاتی که دارای سطوح محافظت شده هستند، باید به مدت ۴۸ ساعت در برابر آزمون خوردگی طبق بند ۵-۶، بدون بروز هیچگونه علامت خوردگی، ورقه شدن، تاول زدگی سطح پوشش با چشم غیر مسلح قابل مشاهده باشد، مقاومت کنند.

۶-۵- عملکرد بلند مدت ترموکوپل

عملکرد بلند مدت ترموکوپل با توجه به کلاس دمایی آن به سه روش زیر صورت می گیرد:

الف- ترموکوپل کلاس T1: مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۶ سر ترموکوپل باید در برابر ۱۰۰۰۰ سیکل (هر سیکل به مدت زمان  $30 \pm 5$  دقیقه در  $820 \pm 10$  درجه سلسیوس و به مدت زمان  $3 \pm 5$  دقیقه در  $20 \pm 5$  درجه سلسیوس دمای محیط) قرار گیرد، پس از آزمون، خروجی ترموکوپل باید حداقل  $80 \pm 5$  درصد مواد اولیه باشد.

ب- کلاس T2: مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۶ سر ترموکوپل باید در برابر  $5000 \pm 100$  سیکل (هر سیکل به مدت زمان  $30 \pm 5$  دقیقه در  $700 \pm 10$  درجه سلسیوس و به مدت زمان  $3 \pm 5$  دقیقه در  $20 \pm 5$  درجه سلسیوس دمای محیط) قرار گیرد، پس از آزمون، خروجی ترموکوپل باید حداقل  $80 \pm 5$  درصد مواد اولیه باشد.

ج- کلاس T3: مطابق روش آزمون مشرووحه در بند ۶-۶ سر ترموکوپل باید در برابر  $5000 \pm 100$  سیکل (هر سیکل به مدت زمان  $30 \pm 5$  دقیقه در  $500 \pm 10$  درجه سلسیوس و به مدت زمان  $3 \pm 5$  دقیقه در  $20 \pm 5$  درجه سلسیوس دمای محیط) قرار گیرد، پس از آزمون، خروجی ترموکوپل باید حداقل  $80 \pm 5$  درصد مواد اولیه باشد.

## ۶- روش های آزمون :

۶- روش های آزمون (۱-۶- کلیات)

۶-۱- شرایط آزمون

آزمون ها باید در درجه حرارت ورطوبت محیط آزمایشگاه انجام شود، مگر آنکه شرایط دیگری ذکر شده باشد.

۶-۲- وضعیت نصب

آزمون ها باید در وضعیت نصبی که سازنده اعلام کرده است، انجام شود. هنگامی که چنین وضعیت نصب اعلام شده باشد، آزمون ها باید در نامناسبترین شرایط انجام شود تا بررسی شود که با الزام معین شده در بند ۵-۱-۱ انطباق داشته باشد.

۶-۳- آزمون دما

۶-۴- حداقل دمای تعریف شده

قسمت های مختلف ترموموکوپل شامل سر تر موکوپل، عایق بدنی اتصال دهنده، هادی های انتقال دهنده نیروی محرکه ترموموالکتریکی و اتصال انتهایی، به مدت زمان ۴۸ ساعت در معرض دمای تعریف شده در بند های ۱-۵، ۲-۵، ۲-۵، ۳-۵، ۴-۵ قرار می گیرد. پس از این آزمون، ترموموکوپل باید با الزامات بندهای ۱-۴-۵ (نیروی محرکه ترموموالکتریکی) و ۵-۴-۵ ( مقاومت الکتریکی)، مطابقت نماید.

۶-۵- حداقل دمای تعریف شده

ترموکوپل به مدت زمان ۴۸ ساعت در محفظه ای با دمای ثابت ۱۵- درجه سلسیوس قرار میگیرد. پس از این آزمون ترموموکوپل باید با الزامات بندهای ۱-۵-۴ (نیروی محرکه ترموموالکتریکی) و ۵-۴-۵ ( مقاومت الکتریکی)، مطابقت نماید.

۶-۶- آزمون سیکل دما

ترموکوپل در محفظه ای با دمای ثابت در معرض سیکل دمایی به شرح زیر (که ۶ بار تکرار می گردد) قرار می گیرد.

الف- دو ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس

ب- دو ساعت در دمای ۱۵- درجه سلسیوس

پس از این آزمون، ترموموکوپل باید با الزامات بندهای ۱-۵-۴ (نیروی محرکه ترموموالکتریکی) و ۵-۴-۲ ( مقاومت الکتریکی)، مطابقت نماید.

## ۶-۳- آزمون مکانیکی:

۶-۳-۱- آزمون مکانیکی

۶-۳-۲- آزمون خمین

ترموکوپل را بر روی استوانه ای به قطر ۳۰ میلیمتر برای ترموکوپل های سیمی بپیچانید تا به شکل حلقه درآید. پس از اینکه موارد ظاهری مطابق با بند ۲-۱-۵ کنترل گردید، باید نیروی محرکه ترموالکتریکی و مقاومت الکتریکی ترموکوپل مطابق بندهای ۱-۴-۵ و ۲-۴-۵، کنترل گردد. تا اطمینان حاصل شود، که در اثر ترک و شکستگی عایق های الکتریکی و یا قطع شدن اتصال هادی های انتقال دهنده نیروی محرکه ترموالکتریکی عملکرد ترموکوپل مختل نشده باشد.

پس از این مرحله، بدنه اتصال دهنده ترموکوپل حلقه شده را ثابت نمایید و میله ای به قطر ۱۵ میلیمتر برای ترموکوپل های لوله ای و ۵ میلیمتر برای ترموکوپل های سیمی را داخل آن کرده و مستقیماً بکشید تا ترموکوپل بصورت کامل از شکل حلقه خارج گردد. مجدداً باید نیروی محرکه ترموالکتریکی و مقاومت الکتریکی ترموکوپل مطابق بندهای ۴-۵-۴-۵ و ۱-۴-۵، کنترل گردد.

۶-۳-۲- آزمون کشش

۶-۳-۱- اتصال سرد یا لحیم کاری گرما زیاد سطح خارجی اتصال سرد/لحیم کاری کنترل ظاهری می گردد تا از عدم وجود ترک و شکستگی اطمینان حاصل شود. ترموکوپل از دو طرف اتصال سرد/لحیم کاری در داخل دستگاه آزمون کشش ثابت شده و نیروی کششی ۱۰۰ نیوتن با نرخ ۱,۵ میلیمتر در دقیقه به صورت تدریجی به آن اعمال می گردد. پس از انجام این آزمون الزامات بند ۱-۲-۱-۳-۵ باید برآورده گردد.

## ۶-۳- آزمون مکانیکی:

### ۳-۶-۲- اتصال گرم

سطح خارجی اتصال گرم ترموکوپل کنترل ظاهري می گرددتا از عدم وجود ترك وشكستگی اطمینان حاصل شود.مجموعه سرترموکوپل را در داخل دستگاه آزمون کشش ثابت نمایید. يکی از فک های دستگاه آزمون کشش به المان داخلی وديگری به المان خارجی، متصل ميگردد.نيروی کششی مطابق با مقادير ذكر شده در بند ۳-۵ ۲-۱-۳ نرخ ۱,۵ ميليمتر در دقيقه به صورت تدریجي به آن اعمال می گردد. پس از انجام اين آزمون، الزامات بند ۳-۵ ۲-۱-۳ باید برآورده گردد.

### ۳-۶-۳- لحیم کاری نرم اتصالات یا ترمینال

سطح خارجی لحیم کاری نرم کنترل ظاهري می گردد تا از عدم وجود ترك وشكستگی اطمینان حاصل شود. ترموکوپل از دو طرف لحیم کاری نرم در داخل دستگاه تست کشش ثابت شده ونيروی کششی ۵۰ نيوتن با نرخ ۱,۵ ميلي متر در دقيقه به صورت تدریجي به آن اعمال می گردد. پس از انجام آزمون، الزامات بند ۳-۵ ۲-۱-۳ باید برآورده گردد.

### ۶-۳- گشتاور پیچشی

اتصال انتهایی ترموکوپل را در محل نصب بویین می بندیم.سپس با استفاده از آچار گشتاور سنج با دقت  $\pm 5$  درصد، اتصال انتهایی را با گشتاور پیچشی ۴,۵ نيوتن متر محکم می نماییم. مدت اعمال گشتاور باید يك دقيقه باشد. سپس مجموعه در کوره اي به دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس برای مدت زمان ۷۲ ساعت قرار داده می شود. نمونه از محفظه خارج شده وبا استفاده از يك گشتاور سنج، گشتاور مورد نياز برای باز شدن اتصال اندازه گيري می گردد. اين مقدار باید از ۱,۵ نيوتن متر کمتر باشد.

پس از اين آزمون، باید الزامات بند ۳-۱-۳ برآورده گردد.

## ۶-۵- آزمون های فیزیکی -شیمیایی:

۶-۵-۶- آزمون های فیزیکی-شیمیایی

۶-۵-۱- آزمون مقاومت به رطوبت

ترموکوپل داخل اتاق رطوبت برای مدت زمان ۴۸ ساعت، در دمای  $40 \pm 2$  درجه سلسیوس ورطوبت نسبی ۹۵٪ قرار داده می شود. سپس ترموموکوپل از اتاق خارج شده و برای مدت ۲۴ ساعت در شرایط محیطی قرار داده می شود. این مقدار باید با مقدار ذکر شده در بند ۴-۵، مطابقت نماید.

۶-۵-۲- آزمون مقاومت در برابر خوردگی

ترموکوپل مطابق با استاندارد ملی ایران مورد آزمون قرار می گیرد. استفاده از سایر روش های آزمون که منجر به بدست آوردن نتایج مشابه می شود مجاز است. پس از پایان انجام این آزمون، الزامات بند ۵-۲ باید برآورده گردد.

## ۶-۶- آزمون عملکرد بلند مدت ترموموکوپل:

۶-۶- آزمون عملکرد بلند مدت ترموموکوپل  
پیش از آزمون، مقدار نیروی محرکه ترموموالکتریکی ترموموکوپل اندازه گیری می گردد. سپس با استفاده از دستگاه آزمون بترتیب زیر عمل می شود:

- الف- پروب سیمی را تا انتهای داخل پروب لوله ای نموده و مجموعه را در محل مورد نظر در دستگاه آزمون قرار دهید.
- ب- فشار گاز را ثابت نمود و پیلوت را روشن نمایید. برای پایداری شعله حداقل مدت زمان ۵ دقیقه لازم است.
- پ- با حرکت دادن مجموعه پروب لوله ای در اطراف شعله پیلوت، دما را مطابق با مقدار تعريف شده در بند ۵-۶، تنظیم نمایید.

ت- موقعیت مجموعه پروب دما را به عنوان مرجع در نظر بگیرید.  
ث- مجموعه پروب را از موقعیت مرجع خارج نموده و اتصال گرم ترموموکوپل تحت آزمون را در همان موقعیت ثابت نمایید.

ج- اتصال انتهایی ترموموکوپل را به یک شیر مغناطیسی در حالت وصل قرارداده می شود تا مدار الکتریکی بسته شود.

چ- مدت زمان ۳۰ دقیقه ترموموکوپل در مجاورت دمای تعريف شده در بند ۵-۶ قرار می گیرد.

ح- سپس ترموموکوپل فوراً از موقعیت مرجع دور شده و برای مدت زمان ۳ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، نگهداری می گردد (یعنی کل مدت زمان هر سیکل ۳۳ دقیقه می باشد).

خ- مجدداً ترموموکوپل در موقعیت مرجع و درجه حرارت فوق الذکر قرار گرفته و مراحل ج تا ح تکرار می گردد. این سیکل باید به تعداد گفته شده در بند ۵-۶، تکرار گردد.

د- پس از آزمون مقدار نیروی محرکه ترموموالکتریکی باید با مقدار بیان شده در بند ۵-۶، مطابقت نماید.

## ۷- نشانه گذاری:

۷ نشانه گذاری

۱-۷ ترموکوپل لوله ای

برای شناسایی این نوع ترموکوپل ها، باید آگاهی های زیر را بر روی ترموکوپل به صورتی خوانا و به زبان انگلیسی نشانه گذاری کرد.

۱-۱-۷ نام یا علامت تجاری سازنده.

۲-۱-۷ شماره ردیابی

۳-۱-۷ کلاس دمایی

۲-۷ ترموکوپل های سیمی

برای شناسایی و مشخص کردن این نوع ترموکوپل ها، باید آگاهی های زیر را بر روی ترموکوپل یا بسته بندی به صورتی خوانا و به زبان انگلیسی نشانه گذاری کرد.

۱-۲-۷ نام یا علامت تجاری سازنده.

۲-۲-۷ شماره ردیابی

۳-۲-۷ کلاس دمایی

برای آزمون دوام نشانه گذاری های چاپی به پیوست الف رجوع شود.

## ۸- دستورالعمل های عملیات نصب و ۹- بسته بندی و انبار کردن:

-۸- دستورالعمل های عملیات نصب

-۱- حداقل شعاع انحناء برای ترمومکوپل های لوله ای، باید ۱۵ میلی متر و برای ترمومکوپل های سیمی، باید ۷,۵ میلیمتر باشد. از خم کردن لوله ترمومکوپل در نزدیکی بدن برجی ترمومکوپل یا مهره اتصال آن، باید خودداری نمود. این لوله از هر طرف اتصالات فوق باید لااقل ۱۰ میلی متر طول داشته باشد.

-۲- با لایه عایق پوش سیم ترمومکوپل سیمی باید با دقت و احتیاط عمل شود، به طوری که، در معرض اصطکاک و سائیدگی با لبه های تیز ورق های فلزی قرار نگیرد.

-۳- نیروی گشتاوری که برای محکم کردن مهره ومحل اتصال شیروارد می آید، باید از ۴,۵ نیوتون متر بیشتر نباشد.

-۴- محل اتصال ترمومکوپل و شیر گاز نباید آغشته به گریس، روغن، چسب و سایر مواد غیر هادی برق باشد. یادآوری: چنانچه نصب ترمومکوپلی غیر از بندهای فوق باشد تولید کننده موظف است دستورالعمل نصب را همراه ترمومکوپل ارائه نماید.

-۹- بسته بندی و انبار کردن

-۱- موادی که برای بسته بندی ترمومکوپل ها بکار می رود، باید به نحوی باشد، که بتواند ترمومکوپل را در حین جابجایی و حمل و نقل به خوبی محافظت کند. برای بسته بندی ترمومکوپل می توان از جعبه های قابل استفاده مجدد، استفاده کرد.

-۲- جعبه هایی که برای بسته بندی ترمومکوپل به کار می رود، باید بتواند ترمومکوپل مورد نظر را کاملاً بپوشاند.

-۳- بر روی جعبه بسته بندی باید آگاهی های زیر نوشته شود:

الف- نوع و کلاس دمایی ترمومکوپل

ب- تاریخ تولید(به هفتاه و سال)

پ- تعداد قطعه در هر جعبه.

# پیوست الف:

## پیوست الف

آزمون غیر قابل محو بودن نشانه گذاری

(بر اساس پیوست A استاندارد IEC 60 730-1:2003.02  
(الزامی)

نشانه گذاری هایی که بر روی ترموکوپل و به صورت چاپی می باشد، باید به قدر کافی در برابر برداشته شدن مقاوم باشند و در برابر دستکاری پس از بازرسی نهایی و بسته بندی در کارخانه سازنده ترموکوپل و حمل حین نصب استقامت داشته باشد. علاوه بر آن نشانه گذاری باید در حضور هر گونه بخار یا آلودگی که احتمال وجود آن برود، خوانا باقی بماند.

الف ۱ - انطباق با الزامات غیر قابل محو بودن نشانه گذاری مطابق روش آزمون مشروحه در بند الف - ۲ و با استفاده از دستگاه نشان داده شده در شکل الف-۱ بررسی می شود.

قسمت اصلی ،این دستگاه شامل دیسکی از نمد سفید پرداخت شده به قطر ۶۵ میلیمتر و ضخامت ۷,۵ میلیمتر است. این دیسک برای چرخش قفل شده وبا وارد کردن نیروی قابل اندازه گیری به سطح نمونه مورد آزمایش با یک کورس ۲۰ میلیمتری در عرض حرکت می کند.آزمون استاندارد باید شامل ۱۲ کورس (چرخش های غیر هم مرکز)بوده ودر حدود ۱۵ ثانیه طول بکشد.

طی آزمون ها قسمت متناسب دیسک ، که با یک لایه پارچه گازجاذب سفیدکه سطح پرداز آن در خارج قرار گرفته ، پرداخته شده ، پوشانده می شود.

محلول های مورد استفاده عبارتند از :

-مایع ظرفشویی خنثی که از اختلاط سولفونات الکیل بنزن و مایع ظرفشویی غیر یونی بدست آمده است.

-آب

الف - ۲ - انطباق با غیر قابل محو بودن نشانه گذاری با روش زیر بررسی می شود:

الف - ۲ - ۱ - نشانه گذاری مورد نظر باید در برابر قطرات مایع ظرفشویی که به مدت ۴ ساعت روی سطح آن قرار گرفته مقاوم باشد. در پایان این دوره دلمه های مایع ظرفشویی باید با پاشش بسیار ریز آب گرم (یا دمای  $5\pm40^{\circ}\text{C}$ ) یا با پاک کردن ملایم توسط یک پارچه مرطوب برداشته شود.

# شکل الف ۱ - دستگاه آزمون دوام نشانه گذاری چاپی :

الف-۲-۲- سپس اجازه داده می شود تا نمونه در دمای اتاق (یا دمای  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ) کاملاً خشک شود.

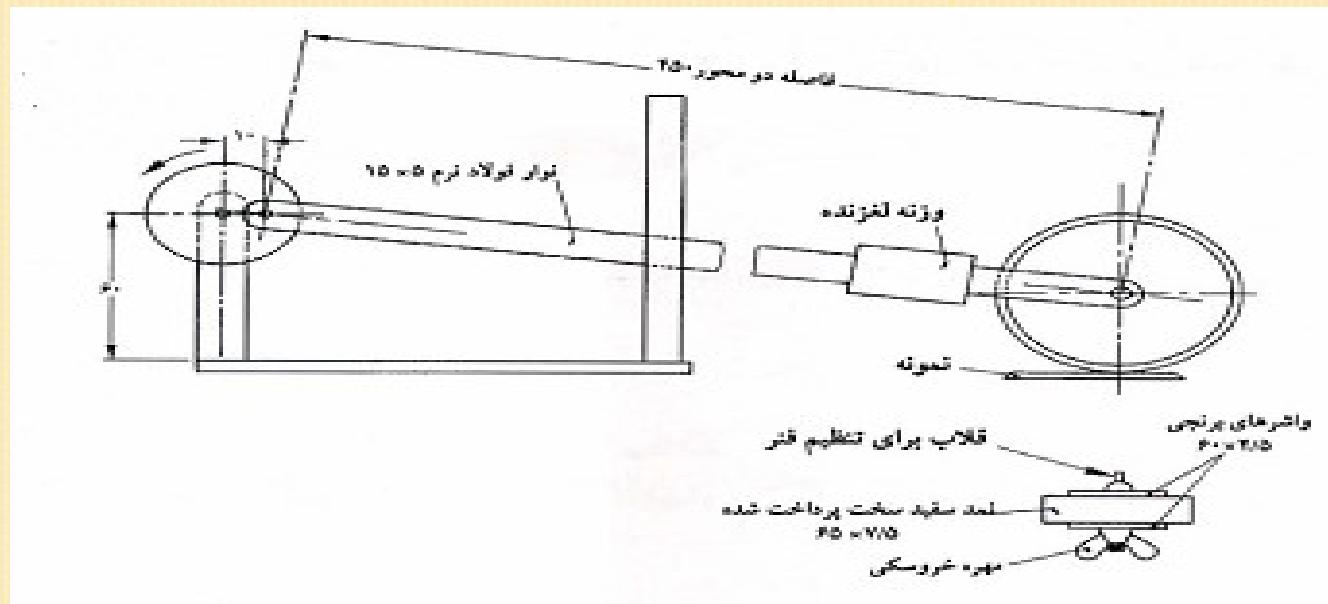
الف-۲-۳- پس از آن نمونه در دستگاه شکل الف-۱ با پارچه گاز خشک و وزنه ۲۵۰ گرمی به صورت نشان داده شده اندازه گیری شده و مورد مالش قرار می گیرد.

الف-۲-۴- پس از آن نمونه با پارچه گاز خیس شده در آب و وزنه ۲۵۰ گرم مالش داده می شود.

الف-۲-۵- اگر شکل یا موقعیت نشانه گذاری چنان باشد که نتواند با این دستگاه رنگ برداری یا مالیده شود (مثلاً دارای نشانه گذاری فرورفتہ باشد) آزمون های بندهای الف-۳-۲ و الف-۴-۲ کاربرد نخواهند داشت.

الف-۲-۶- در پایان آزمونها، نشانه گذاری ها باید خوانا باشند.

شکل الف-۱ شماتی از دستگاه آزمون دوام نشانه گذاری چاپی



# تصویر ترموکوپل :

